

138  
(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

# PATENTCHRIFT



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 290 525 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1  
Patentgesetz der DDR  
vom 27.10.1983  
in Übereinstimmung mit den entsprechenden  
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) H 03 B 19/18  
H 01 G 7/08

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD H 03 B / 335 869 8

(22) 20.12.89

(44) 29.05.91

(71) siehe (73)

(72) Roth, Peter, Dr. rer. nat., DE

(73) Technische Universität Dresden, Direktorat für Forschung, Mommsenstraße 13, D - 8027 Dresden, DE

(54) Schwingkreis

(55) Schwingkreis; Frequenz durchstimmen;  
Feindurchstimmung; Spektrometer; Resonanzkurve;  
Durchlaßkurve; Kondensator; Dielektrikum;  
Phasenübergangstemperatur; Debytemperatur;  
Phasenübergang, diffus;  $\text{Pb}(\text{Sc}_{0,5}\text{Nb}_{0,5})\text{O}_3$ ;  $(\text{Sr},\text{Ba})\text{Nb}_2\text{O}_6$   
(57) Die Erfindung betrifft einen Schwingkreis zum  
kontinuierlichen Durchstimmen der Frequenz innerhalb  
schmaler Frequenzbereiche (Feindurchstimmung). Die  
Erfindung kann in Spektrometern zum Aufzeichnen von  
Spektren mit sehr steilen und schmalen Spektrallinien oder  
in automatischen Meßplätzen zur Aufnahme von Resonanz-  
und Durchlaßkurven von Schwingkreisen bzw. Bandpässen  
angewendet werden. Ziel der Erfindung ist, eine  
Feindurchstimmung mit einfachen Mitteln zu ermöglichen.  
Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß in einem  
Schwingkreis parallel oder in Reihe zu mindestens einem  
Bauelement des Schwingkreises wenigstens ein  
Kondensator mit einem Dielektrikum angeordnet ist,  
welches eine Phasenübergangstemperatur  $T_s$  in der Nähe  
der Debytemperatur  $\theta_D$  aufweist ( $T_s \approx \theta_D$ ). Der Kondensator  
wird über einen Umschalter oder Unterbrecher kurzzeitig  
an eine Gleichspannungsquelle angeschlossen. Besonders  
vorteilhaft sind Dielektrika, die einen diffusen  
Phasenübergang paraelektrisch-ferroelektrisch aufweisen,  
wie z. B.  $(\text{Sr},\text{Ba})\text{Nb}_2\text{O}_6$  mit einem Masseanteil von 40 bis  
70% Sr und 60 bis 30% Ba oder  $\text{Pb}(\text{Sc}_{0,5}\text{Nb}_{0,5})\text{O}_3$ . Fig. 1

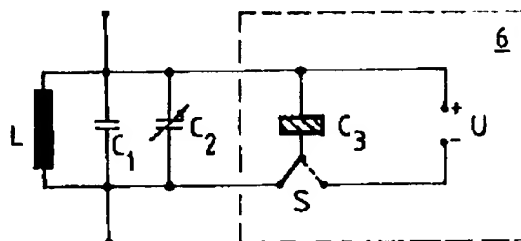


Fig. 1

# Patentansprüche:

1. Schwingkreis, gekennzeichnet dadurch, daß parallel oder in Reihe zu mindestens einem Bauelement des Schwingkreises wenigstens ein Kondensator liegt, der über einen Schalter kurzzeitig mit Gleichspannung beaufschlagt ist und das Dielektrikum des Kondensators einen strukturellen Phasenübergang (Phasenübergangstemperatur  $T_p$ ) in der Nähe der Debytemperatur ( $\theta_D$ ) des Dielektrikums aufweist ( $T_p \approx \theta_D$ ).
2. Schwingkreis nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß das Dielektrikum einen diffusen Phasenübergang von der paraelektrischen in die ferroelektrische Phase aufweist.
3. Schwingkreis nach den Ansprüchen 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß das Dielektrikum (Sr, Ba)  $\text{Nb}_2\text{O}_6$  mit einem Masseanteil von 40 bis 70% Sr und 60 bis 30% Ba ist.
4. Schwingkreis nach den Ansprüchen 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß das Dielektrikum  $\text{Pb}(\text{Sc}_{0,5}\text{Nb}_{0,5})\text{O}_3$  ist.
5. Schwingkreis nach den Ansprüchen 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß das Dielektrikum  $\text{Pb}_{0,915}\text{La}_{0,085}(\text{Zr}_{0,85}\text{Ti}_{0,15})\text{O}_3$  ist.
6. Schwingkreis nach den Ansprüchen 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß das Dielektrikum  $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$  ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Schwingkreis zum kontinuierlichen Durchstimmen der Frequenz innerhalb schmaler Frequenzbereiche (Feindurchstimmung). Die Erfindung ist z.B. in Spektrometern zum Aufzeichnen von Spektren mit sehr steilen und schmalen Spektrallinien notwendig. Der Schwingkreis kann in automatischen Meßplätzen zur Aufnahme von Resonanz- und Durchlaßkurven von Schwingkreisen bzw. Bandpässen angewendet werden.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es sind veränderliche Kondensatoren bekannt, die vorrangig als Schwingkreis Kondensatoren eingesetzt werden, wie Dreh- und Trimmerkondensatoren, Kapazitätsdioden und elektronisch steuerbare Kapazitätselemente (Varikoden) oder Blindwiderstände. Unterschiedliche Anordnungen zur mechanischen Feineinstellung von Dreh- und Trimmerkondensatoren sind für verschiedene Anwendungen, wie z.B. in Spektrometern oder Meßsendern) zu grob. Insbesondere dann, wenn die Frequenz in automatischen Spektrometern durchgestimmt werden muß. Für diese Anwendungen sind Kapazitätsdioden oder Varikoden günstiger. Allerdings muß bei diesen elektrisch gesteuerten Kapazitätselementen eine Spannung variiert werden, was wiederum meistens mechanisch, z.B. mittels Potentiometer, erfolgt. Bisher bekannte veränderliche Kondensatoren sind für eine Anwendung in feindurchzustimmenden frequenzabhängigen Kreisen zu unempfindlich. Das trifft insbesondere dann zu, wenn die Frequenz über einen geringen Frequenzbereich selbsttätig durchgestimmt werden muß.

Bekannt sind Kondensatoren aus ferroelektrischem Material mit hoher mechanischer und chemischer Stabilität (C. Rint, Handbuch für HF- und E-Techniker, Hüthig-Verlag, München/Heidelberg 1978, Band 1; WP 233442, DE-OS 3011877, EP 0043157). Im Gegensatz zu diesen langzeitstabilen ferroelektrischen Stoffen sind auch sogenannte Ferroelektrika mit diffusum Phasenübergang bekannt. Diese Ferroelektrika haben den Nachteil, daß deren physikalischen Eigenschaften stark von der Vorgeschichte abhängen (G. A. Smolenski), N. N. Krainik, Ferroelektrika und Antiferroelektrika, Teubner-Verlag, Leipzig 1972). Aus diesem Grund werden diese Materialien in Kondensatoren bisher nicht eingesetzt.

## Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist, eine Feindurchstimmung mit einfachen Mitteln zu ermöglichen.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Feindurchstimmung der Frequenz automatisch und ohne mechanische Antriebs Elemente vorzunehmen. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß in einem Schwingkreis parallel oder in Reihe zu mindestens einem Bauelement des Schwingkreises wenigstens ein Kondensator mit einem Dielektrikum angeordnet ist, welches einen Phasenübergangstemperatur  $T_p$  in der Nähe der Debytemperatur  $\theta_D$  aufweist ( $T_p \approx \theta_D$ ). Der Kondensator wird über einen Umschalter oder Unterbrecher kurzzeitig an eine Gleichspannungsquelle angeschlossen. Besonders vorteilhaft sind Dielektrika, die einen diffusen Phasenübergang paraelektrisch-ferroelektrisch aufweisen, wie z.B. (Sr, Ba)  $\text{Nb}_2\text{O}_6$  mit einem Masseanteil von 40 bis 70% Sr und 60 bis 30% Ba,  $\text{Pb}(\text{Sc}_{0,5}\text{Nb}_{0,5})\text{O}_3$ ,  $\text{Pb}_{0,915}\text{La}_{0,085}(\text{Zr}_{0,85}\text{Ti}_{0,15})\text{O}_3$  oder  $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ .

Nach dem Abschalten der Gleichspannung nimmt die Kapazität des Kondensators mit dem genannten Dielektrikum kontinuierlich mit der Zeit ab. Die Eigenfrequenz des Schwingkreises ändert sich kontinuierlich. Es wird ein Frequenzbereich durchlaufen, der durch die Dauer des Anlegens und der Größe der vorher angelegten Gleichspannung beeinflussbar ist. Mit zunehmender Dauer und wachsender Gleichspannung nimmt die Frequenzänderung je Zeiteinheit zu. Dieses Verhalten tritt nur bei ferroelektrischen Dielektrika auf, deren Phasenübergangstemperatur  $T_c$  in der Nähe der Debyetemperatur  $\theta_D$  liegt. Die Debyetemperatur  $\theta_D$  kennzeichnet die Härte des ferroelektrischen Materials. Je härter es ist, desto größere Werte nimmt die Debyetemperatur an.

#### Ausführungsbeispiel

In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1: einen erfindungsgemäßen Parallelschwingkreis und  
Fig. 2: das Schema eines Meßplatzes.

Der Schwingkreis 8 eines Frequenzgenerators ist mit der übrigen Generatorschaltung 2 verbunden. Der Frequenzbereich wird von der L-C<sub>1</sub>-Kombination bestimmt. Eine feinere Abstimmung erfolgt bekanntermaßen mit einem Drehkondensator C<sub>2</sub>. Die Feinabstimmung geschieht erfindungsgemäß mit einem Kondensator C<sub>3</sub>, der als Dielektrikum (Sr<sub>0,91</sub>Ba<sub>0,09</sub>)Nb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> besitzt und mit einem Schalter S zunächst mit einer Gleichspannungsquelle U verbunden ist. Anschließend wird der Kondensator mit dem Schalter S an den Schwingkreis geschaltet (dieser Zustand ist in Fig. 1 dargestellt). Dabei nimmt die Eigenfrequenz  $\omega_0$  des Schwingkreises zu

$$\omega_0 = L(C_1 + C_2 + C_3(t))^{-1/2}, \text{ mit } C_3(t) = C_3(t_0)(t/t_0)^{-\alpha},$$

ohne daß dazu der Drehkondensator C<sub>2</sub> oder andere Abstimmelemente betätigt werden. Die automatische Feindurchstimmung erfolgt durch die Verringerung der Kapazität des Kondensators C<sub>3</sub> mit der Zeit, da sich seine dielektrischen Eigenschaften ändern. Fig. 2 zeigt das Schema eines Meßplatzes zur automatischen Aufzeichnung von Resonanz oder Durchlaßkurven eines Meßobjektes 1 (Bandfilter oder Schwingkreise) der Eigenfrequenz  $\omega_0$ . Ein Meßsender 2 strahlt elektromagnetische Wellen der Frequenz  $\omega$  in das Meßobjekt 1 ein. Der im Meßobjekt 1 induzierte Strom I wird mit einem Strommeßgerät 3 erfaßt und die y-Koordinate mit einem x-y-Schreiber 4 aufgezeichnet. Die Frequenz des Meßsenders wird über ein Frequenzmeßgerät 5 dem x-Koordinateneingang des x-y-Schreibers 4 zugeführt. Ergebnis der Aufzeichnung ist die Resonanzkurve I( $\omega$ ), die bei  $\omega_0$  ein Maximum aufweist. Die Bestimmung von  $\omega_0$  ist schwierig, wenn das Maximum schmal und steil ist. Deshalb ist an den Erregerkreis des Meßsenders 2 der erfindungsgemäße Kondensator mit Schalter S und Gleichspannungsquelle U geschaltet. Nach Anlegen und Abschalten der Gleichspannungsquelle U wird die Resonanzkurve vom Schreiber 4 automatisch aufgezeichnet. Zuvor wird am Meßsender 2 der Meßbereich grob gewählt. Die Geschwindigkeit, mit der die Resonanzkurve abgetastet wird, wird vorher durch die Dauer des Anlegens und der Größe der angelegten Gleichspannung U festgelegt. Die Temperatur des Kondensators C<sub>3</sub> wird konstant gehalten (z. B. Zimmertemperatur). Bei einer Dicke des Dielektrikums von 1 mm und einer Kondensatorfläche von etwa 0,5 cm<sup>2</sup> wurde eine relative Kapazitätsänderung von etwa 2%, 10 min nach Abschalten einer Gleichspannung von 200 V, ermittelt. Die Gleichspannung lag 5 min an.

Vorteile der Erfindung sind, daß keine mechanischen Bauelemente und Antriebe zur Durchstimmung eingesetzt werden. Es ist eine automatische und beliebig feine Durchstimmung auch innerhalb schmaler Frequenzbereiche möglich.

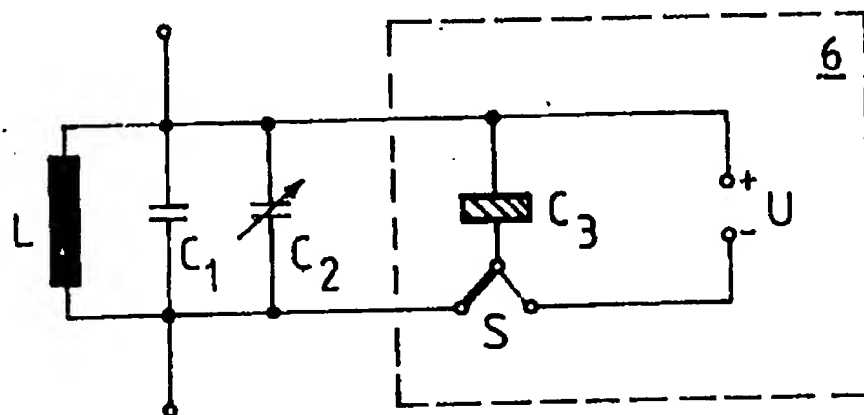


Fig. 1

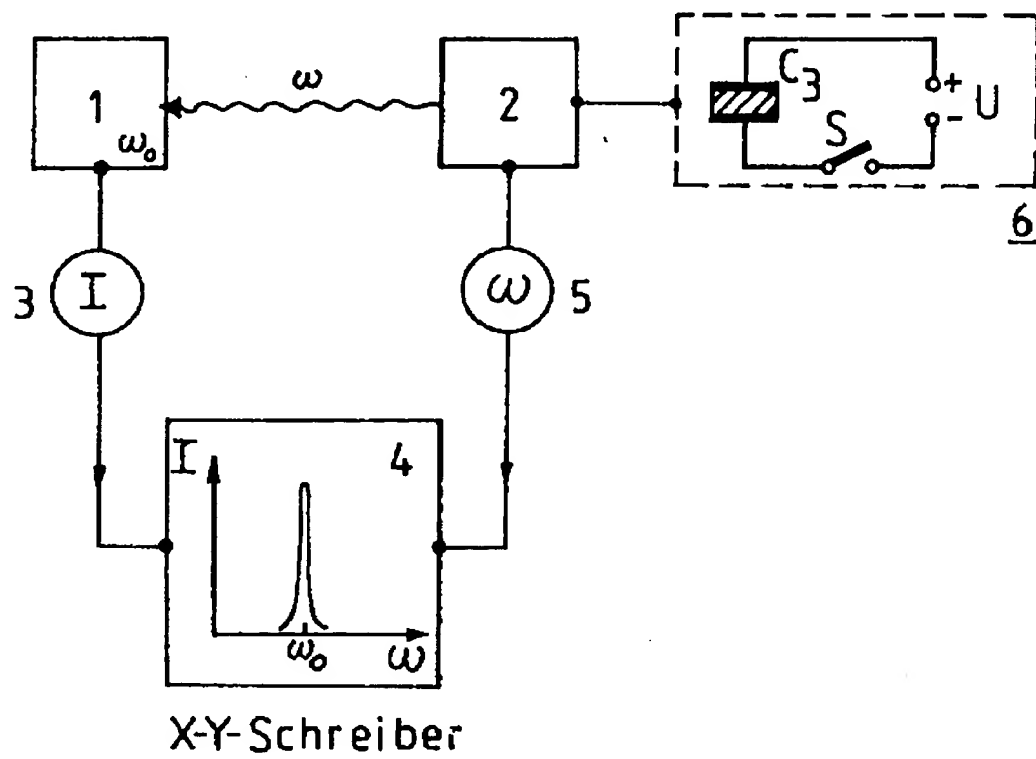


Fig. 2